На правах рукописи

Аушев Сергей Викторович

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ЗАВИСИМОСТИ ВЛИЯНИЯ ФАКТОРОВ ВНЕШНЕЙ СРЕДЫ НА ИНТЕНСИВНОСТЬ ПРИРОСТА СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ

03.00.16 - Экология

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

Томск – 2006

Работа выполнена на кафедре радиотехнологий и экологического мониторинга Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники

Научный руководитель:

доктор биологических наук, профессор Карташев Александр Георгиевич

Официальные оппоненты:

доктор биологических наук, профессор Плеханов Геннадий Федорович

кандидат биологических наук, старший научный сотрудник Прейс Юлия Ивановна

Ведущая организация:

Институт леса им В.Н.Сукачева СО РАН (Красноярск)

Защита состоится «27» декабря 2006 в 10.00 ч. на заседании диссертационного совета Д 212.267.10 при Томском государственном университете по адресу: 634050, г. Томск, пр. Ленина, 36, НИИ ББ.

С диссертацией можно ознакомиться в Научной библиотеке Томского государственного университета.

Автореферат разослан «__»_____ 2006 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета,
кандидат биологических наук Е.Ю.

Актуальность проблемы.

Для экологической оценки состояния лесных экосистем (в том числе испытывающих воздействие антропогенных факторов различной интенсивности) эффективно использование методов биологической индикации. Растения обладают относительно высокой чувствительностью к различным факторам окружающей среды, что позволяет использовать их в качестве индикаторов для выявления антропогенного воздействия.

Вопросы установления степени и характера влияния на лес природных и антропогенных факторов успешно решаются с применением дендроклиматического и дендроиндикационного методов анализа. Радиальный прирост деревьев - комплексный показатель, позволяющий проследить изменение их состояния в течение всей жизни и учесть климатическую составляющую.

До настоящего времени отсутствуют обобщенные результаты комплексных исследований динамики экосистем сосны обыкновенной в Томской области под влиянием естественных и антропогенных факторов. Дендроклиматические исследования сосны обыкновенной в Томской области отражены в работах ряда исследователей, среди которых наиболее значимое место занимают труды В.Д. Несветайло, с которым автор работает в тесном сотрудничестве. Несмотря на то, что указанные работы освещают различные аспекты экологических и дендрохронологических исследований, они в основном посвящены тематическим локальным исследованиям и не охватывают многие аспекты проблем влияния антропогенных, климатических и гелиофизических факторов на изменчивость прироста сосны обыкновенной в Томской области. Данная диссертационная работа призвана заполнить некоторые пробелы регионального масштаба в области дендроклиматических и дендроиндикационных исследований.

Цель работы: исследование воздействия различных факторов окружающей среды (климатические, антропогенные) на интенсивность прироста сосны обыкновенной на территории Томской области (с помощью метода дендрохронологии).

В соответствии с целью работы определены ***задачи исследования:***

1. Исследовать воздействие климатических факторов (температура, осадки) на динамику прироста древесины сосны обыкновенной.
2. Исследовать воздействие автодорог на динамику прироста древесины сосны обыкновенной.
3. Исследовать воздействие нефтезагрязнения на динамику прироста древесины сосны обыкновенной.

Основные положения, выносимые на защиту.

1. Выявлена прямая зависимость радиального прироста сосны обыкновенной от климатических факторов - температуры мая и количества осадков июня.
2. Выявлена цикличность в динамике прироста древесины и установлена ее зависимость от солнечной активности.
3. Установлена зависимость прироста древесины сосны обыкновенной в верховых болотах от интенсивности эксплуатации подземного водозабора.
4. Установлено влияние автодорог на динамику прироста древесины сосны обыкновенной, свидетельствующее об уменьшении устойчивости лесных экосистем вблизи автодорог.

Новизна работы.

1. Впервые выявлена столетняя динамика изменения прироста в зависимости от климатических и антропогенных условий для сосны обыкновенной на территории Обь-Томского междуречья в зоне пригородных лесов г.Томска.
2. Выявлено отрицательное влияние антропогенных факторов (загрязнение автотранспортом и нефтезагрязнение) на динамику прироста сосны обыкновенной.

Практическая значимость.

1. Разработка системы рекомендаций для Томского района (в т.ч. г.Томска) по уменьшению негативного воздействия загрязнений от автомобильных дорог.
2. Разработка методических рекомендаций к переоценке продуктивности лесов пригородной зоны г.Томска в зоне воздействия подземного водозабора.
3. Использование полученных результатов в учебном процессе у студентов-экологов кафедры радиоэлектронных технологий и экологического мониторинга в курсе "Биоиндикация".

Апробация работы. Основные положения диссертации докладывались и обсуждались на конференции, посвященной 125-летию основания ТГУ и 70-летию образования геолого-географического факультета (Томск, 2003), на третьей международной научно-практической конференции «Тяжелые металлы, радионуклиды и элементы-биофилы в окружающей среде» (Семипалатинск, 2004), на VIII Международной научной школе-конференции студентов и молодых ученых «Экология Южной Сибири и сопредельных территорий» (Абакан, 2004), на межрегиональной конференции молодых ученых «Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения» (Новокузнецк, 2004), на международной научно-практической конференции «Лесопользование, экология и охрана лесов: фундаментальные и прикладные аспекты» (Томск, 2005), на 5-ой международной научной конференции «Сахаровские чтения 2005 года: экологические проблемы XXI века» (Минск, 2005), на четвертой

международной научно-практической конференции «Тяжелые металлы и радионуклиды в окружающей среде» (Семипалатинск, 2006).

Публикации. По теме диссертации опубликовано 12 работ в том, числе – 3 в печатных средствах, рекомендованных ВАК для публикации научных трудов.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, четырех глав основного текста, заключения и выводов. Общий объем составляет 150 страниц, включая 14 таблиц, 31 рисунок (в т.ч. диаграммы), 4 приложения на 8 страницах и список используемой литературы из 261 наименования, в том числе 35 - на английском языке.

Благодарности. Автор выражает искреннюю глубокую благодарность своему научному руководителю – профессору ТУСУРа доктору биологических наук, Александру Георгиевичу Карташеву за методическую поддержку и консультации по всем разделам работы, помощь в планировании работы и аналитическом осмыслении материала. Автор искренне признателен научному сотруднику лаборатории дендроклиматологии Института мониторинга климатических и экологических систем СО РАН В.Д. Несветайло за неоценимую помощь в подборе материала для исследований, а также за предоставление лаборатории и оборудования для проведения работ по обработке и подготовке материала.

Объекты и методы исследований

В качестве объекта исследований служила сосна обыкновенная (Pinus sylvestris L.) - одна из главных лесообразующих и хозяйственно-значимых пород в районе исследований, отличающаяся высокой чувствительностью к атмосферным токсикантам.

Сосна обыкновенная прекрасный объект как для дендроклиматических исследований (отчетливые границы между годичными слоями, долговечность, слабое влияние плодоношения на динамику прироста), так и для дендроиндикации (обладает высокой чувствительностью и характерной реакцией на загрязнение атмосферы различной интенсивности, на рекреационное воздействие). Кроме того, сосна обыкновенная в хвойных пригородных лесах Томской области по распространенности занимает первое место.

Методика полевых исследований. Для дендроклиматических исследований выбирались древостои, произрастающие в типичных лесорастительных условиях, не затронутые лесохозяйственными мероприятиями и не подверженные в явном виде другим видам антропогенных воздействий. Для дендроиндикационных исследований выбирались древостои, наиболее подверженные антропогенному воздействию: придорожная полоса автотрассы, место слива нефтепродуктов 15 лет назад. На каждой пробной площади отбирали не менее 7-10 образцов (кернов, спилов) древесины для обеспечения 10 %-ной точности исследований при коэффициенте изменчивости 22-25% и вероятности

0,68. Керны древесины брали возрастным буравом Пресслера с западной или восточной стороны дерева, на высоте 1,3 м от основания ствола. С одного учетного дерева отбирали 1-2 керна древесины.

Для датировки и измерения ширины годичных колец использовали измерительную лупу, микроскоп (бинокулярную лупу) МБС - 9 или др., снабженный окуляр-микрометрической шкалой. Применялся визуальный метод датирования: осмотр изменчивости колец под увеличительным прибором (Шиятов,1973).

Для получения средних величин годичных колец насаждения (i_F) для каждой пробной площади данные о ширине годичных колец (i) всех учетных деревьев суммировали по каждому календарному году (j) в отдельности и суммы делили на число образцов (n):

$$i_F = \sum_1^n i_j \Big/ n$$

Для исключения влияния на изменчивость ширины годичных колец фактора возраста, выявления влияния климатических факторов и для приведения дендрохронологических данных к сопоставимому виду провели стандартизацию данных, т.е. результаты замеров ширины годичных колец выражают в виде относительных индексов (Рудаков, 1958). Скользящее сглаживание с 11-летним периодом осреднения проводили по формуле:

$$i_{s(j+5)} = \sum_j^{j+10} i_F \Big/ 11, \text{ где}$$

$i_{s(j+5)}$ - сглаженное значение годичного кольца (норма прироста),

i_F - ширина годичных колец (средние значения),

n - календарные годы.

Второй этап стандартизации данных измерений ширины годичных колец - расчет относительных индексов годичного прироста. Универсальная формула для расчета относительных индексов прироста следующая:

$$I = i_F / i_s \text{ x } 100\%, \text{ где}$$

I - относительный индекс в %, i_F - фактическая ширина годичного кольца (средние значения), i_s - сглаженная ширина годичного кольца (или норма прироста данного года рассчитанная любым корректным способом).

Крайние значения ряда, утерянные при 11-летнем сглаживании, вычисляли с меньшим периодом осреднения (5-летним, 3-летним).

Для полученных материалов применяли метод визуального анализа дендрохронологических рядов (графиков, таблиц). Исследовались, как правило, графики ширины годичных колец в зависимости от возраста в абсолютных единицах (мм) и в относительных индексах (%). Этот метод позволяет дать оценку общего характера динамики прироста, вы-

явить даты экстремумов, проследить изменения амплитуды и частоты колебаний, выявить цикличность колебаний прироста (Матвеев, 1999).

Для нахождения взаимосвязи между различными факторами среды и показателями прироста древесины проводился корреляционный анализ Спирмана (ввиду его нечувствительности к размерам выборки). Коэффициент корреляции позволяет с высокой точностью оценить степень воздействия внешних факторов на изменение величины прироста (Шиятов С.Г., 1986). Древесно-кольцевая серия считается чувствительной, когда этот статистический показатель больше 0,2 (Ваганов Е.А., Шиятов С.Г., Мазепа В.С., 1996).

Достоверность полученных в работе результатов и выводов подтверждается обширным фактическим (экспериментальным) материалом: 16 пробных площади, около 150 образцов древесины, свыше 10000 первичных замеров ширины годичных колец. Образцы древесины получены как самостоятельно, так и любезно предоставлены лабораторией дендрохронологии НИИ биологии и биофизики (в настоящее время лаборатория находится в ИМКЭС СО РАН) по результатам полевых выездов, которые по различным причинам не участвовали в дальнейших исследованиях. В работе использованы современные методы обработки данных и анализа результатов исследований, в т.ч. математико-статистический анализ с помощью компьютерных программ Microsoft Excel, STATISTICA 6.0.

Результаты исследований и обсуждение

Влияние климатических факторов на прирост сосны обыкновенной.

В исследовании использовались вариационные ряды чисел динамики радиального прироста древесины за период 1901-2000 гг., полученные при анализе кернов, взятых от живых деревьев на территории Обь-Томского междуречья. Керны древесины брались возрастным буром по стандартной методике (Шиятов С.Г., Ваганов Е.А., Кирдянов А.В. и др., 1987) у деревьев с двух точек с аналогичными лесорастительными условиями верхового болота на Обь-Томском междуречье и у деревьев с одной точки с отличающимися лесорастительными условиями (суходольная песчаная грива):

1 точка («дальний» рям) - 5-6 км западнее участка водозабора на линии скважин 9э-14э, в окрестности населенного пункта п.Кайдаловка в средневозрастных лесах V класса бонитета (сосняк сфагновый) формула леса - 8С+2Ос, полнота 65, средний возраст 120 лет, средний диаметр – 30 см, высота 28 м.

2 точка («ближний» рям) – 1 км западнее участка водозабора на линии скважин 9э-14э, в окрестности с.Тимирязевское в средневозрастных лесах V класса бонитета (сосняк сфагновый) формула леса - 8С+2Ос, полнота 65, средний возраст 120 лет, средний диаметр – 26 см, средняя высота 24м.

3 точка (суходол)- 1 км на северо-запад от с.Тимирязевское Томского района на расстоянии не более 1 км от ближайших скважин водозабора 15э-16э), в средневозрастных лесах III класса бонитета (сосняк зеленомошниковый), формула леса - 8С+1Е+1Б, полнота 70, средний возраст 120 лет, средний диаметр – 36 см, средняя высота 30 м. Получение цифрового материала производилось по стандартной методике с помощью бинокулярного микроскопа (точность – 0.001 мм). В нашем исследовании используются средние арифметические значения по всем обработанным деревьям.

Согласно данным большинства исследователей (Матвеев, Ваганов, Шиятов) коэффициент корреляции (г) между изменчивостью всей ширины годичного кольца за многолетний период и изменчивостью поздней древесины колеблется в пределах 0,89 - 0,94, что явилось основой для использования в нашем исследовании лишь параметра изменения всей ширины годичного кольца без разделения на раннюю и позднюю древесину для упрощения и уменьшения количества измерений.

Ежегодные показатели прироста с суходола заметно больше аналогичных показателей с рямовых участков. И только к концу 90-х годов XX столетия показатели прироста со всех местообитаний приближаются в абсолютном выражении к одинаковым цифрам. Необходимо отметить, что по показателям прироста древесины в 1901 году, являющемся стартовым для нашего исследования, у деревьев на тот момент 10-15 летнего возраста прослеживается следующая сравнительная ситуация: на суходольном участке показатель прироста составляет 1,39±0,14 мм, на «дальнем» (6 км) рямовом участке - 0,39±0,08 мм, а на «ближнем» рямовом участке - 0,09±0,02 мм, из чего можно предположить, что изначально лучшие лесорастительные условия наблюдались соответственно на «дальнем» рямовом участке и на суходоле. Начиная с 1963-64 годов наблюдается тенденция повышения прироста на «дальнем» рямовом участке и к концу 60-х годов прирост с «дальнего» и «ближнего» рямового участков практически сравнивается. На фоне общего увеличения прироста на рямовых участках, на суходоле наблюдается снижение прироста, объяснимое следствием возрастных изменений продуктивности сосны обыкновенной, хорошо освещенных в литературе (Орлов, Кошельков, 1971).

Прирост древесины сосны обыкновенной с суходольного участка в абсолютных величинах превосходит аналогичные показатели прироста с рямовых участков, однако в 2000 году средняя ширина годичного кольца деревьев с «ближнего» рямового участка превосходит как показатель ШГК «дальнего» рямового участка (0,49±0,14 мм), так и показатель ШГК деревьев с суходола (0,64±0,07 мм) и составляет 0,76±0,13 мм.

Абсолютный максимум прироста для деревьев с суходола наблюдается в 1911 году и составляет 1,44±0,10 мм, максимум прироста древе-

сины деревьев с «дальнего» верхового болота наблюдается в 1994 году и составляет 0,71±0,20 мм, максимум прироста древесины с «ближнего» верхового болота составил 0,86±0,08 мм в 1995 году.

Абсолютный минимум прироста для суходола наблюдается в 1987 году и составляет 0,48±0,09 мм, минимум прироста древесины деревьев с «дальнего» верхового болота наблюдается в 1953 году и составляет 0,22±0,05 мм, минимум прироста древесины с «ближнего» верхового болота составил 0,09±0,02 мм в 1901 году.

Средняя величина годичного прироста за время исследований на суходоле - составила 0,91 мм, на «дальнем» рямовом участке - 0,45 мм, на «ближнем» рямовом участке - 0,30 мм.

Общие для всех трех точек с территории Обь-Томского междуречья (подземный водозабор) экстремальные значения максимумов-минимумов прироста приходятся на следующие годы (начало с года минимума): max=1903-1906-1914-1920-1926-1931-1937-1953-1975-1985-1990-1995; min=1905-1917(1918)-1924-1927-1933-1944(1945)-1957(1958)-1972-1980(1981)-1992.

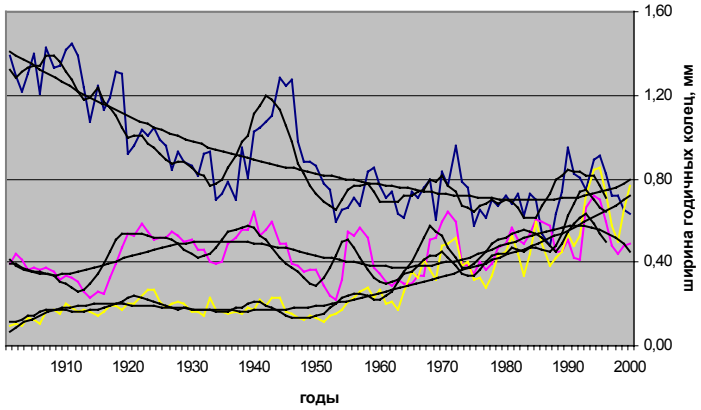

Рис. 1. Динамика изменения ширины годичных колец сосны обыкновенной на различном расстоянии от подземного водозабора, мм

Из графиков на рис. 1 видно, что динамика изменения ширины годичных колец деревьев с различных местообитаний Обь-Томского междуречья различается по начальным показателям. Графики свидетельствуют, что прирост древесины у рямовых образцов с обоих участков ведет себя сходно в начале 20 столетия – он представлен относительно ровной кривой без резких скачкообразных изменений амплитуды и постоянной частотой до 1912 года – в дальнейшем поведение кривых прироста деревьев с «ближнего» и «дальнего» участков существенно различается. Основное различие состоит в том, что при сходной в общем динамике (максимумы и минимумы почти полностью идентичны),

поведение кривых различается в амплитуде колебаний циклов изменения прироста древесины, - колебания кривой прироста с «дальнего» ряма имеют большую выраженность и большую амплитуду. Такое положение сохраняется примерно до 1960 года, когда кривая прироста с «ближнего» ряма приобретает сходный вид с кривой прироста деревьев с «дальнего» верхового болота - увеличивается четкость колебаний благодаря повышению амплитуды. Начиная с начала 60-х годов прошлого столетия колебания кривой прироста с «ближнего» участка практически совпадают с соответствующими колебаниями с «дальнего» участка, но становятся более ярко выраженными – увеличивается амплитуда и частота.

Для оценки тенденции изменений общей динамики прироста древесины использовали полиномиальную трендовую линию (рис. 1.). Показатели этой линии (наклон, амплитуда, частота) иллюстрируют:

- плавное уменьшение общего прироста у деревьев с суходольного участка на протяжении всего 20 столетия с некоторым повышением в 1990-х;
- периодическое волнообразное низкочастотное (2 периода примерно по 50 лет) изменение общего прироста у деревьев с рямового участка на расстоянии 6 км от скважин подземного водозабора, которое заканчивается в конце столетия веткой спада прироста в противоположность увеличению прироста деревьев с суходола;
- волнообразное низкочастотное (четко прослеживается 1 период примерно 50 лет с начала века и примерно до середины 50-х годов) находящееся в противофазе с кривой тренда «дальнего» рямового участком изменение общего прироста у деревьев с участка верхового болота на расстоянии 1 км от подземного водозабора, с тенденцией постоянного и наращивающегося увеличения прироста начиная с середины-конца 1950-х и до конца 20 века.

Для выявления периодических закономерностей прироста ввели линию линейной фильтрации по 5 годам и увидели явную цикличность изменения прироста древесины на всех участках, более выраженную на «дальнем» рямовом и суходольном участках, на «ближнем» рямовом участке цикличность изменения динамики прироста выражена слабее. Установили:

- для суходольного участка следующие циклы – 1903-1914 гг. (11 лет), 1914-1920 гг. (6 лет), 1920-1927 гг. (7 лет), 1927-1934 гг. (7 лет), 1934-1953 гг. (18 лет), 1953-1964 гг. (11 лет), 1964-1975 гг. (11 лет), 1975-1986 гг. (11 лет), 1986-1997 гг. (11 лет);
- для «дальнего» рямового участка - 1912-1932 гг. (20 лет), 1932-1950 гг. (18 лет), 1950-1961 гг. (11 лет), 1961-1974 гг. (13 лет), 1974-1987 гг. (13 лет), 1987-1998 гг. (11 лет);

- для «ближнего» рямового участка - 1912-1932 гг. (20 лет), 1932-1948 гг. (16 лет), 1948-1961 гг. (13 лет), 1961-1975 гг. (14 лет), 1975-1987 гг. (12 лет), 1987-1998 гг. (11 лет);
- на всех участках обнаружена высокочастотная (2-4 года) цикличность внутри циклов большего периода.

На рис. 2 наблюдается сходная динамика прироста для трех исследуемых точек, что свидетельствует о правильности проведения подготовительных работ, расчетов и построения графиков.

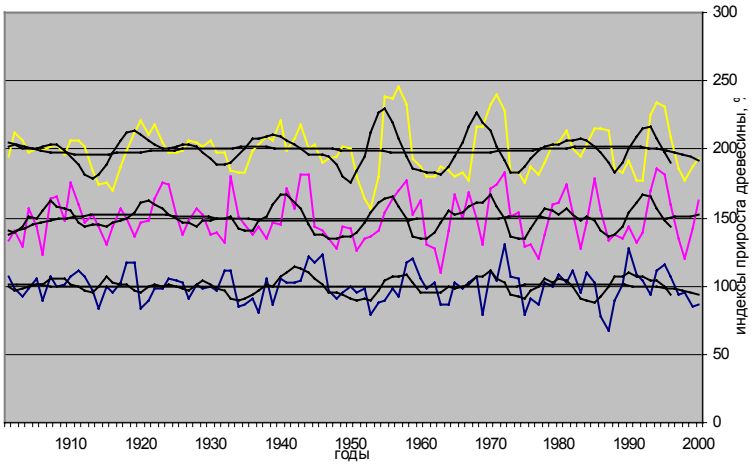

Рис. 2. Сравнительная характеристика индексов прироста древесины различных местообитаний Обь-Томского междуречья.

Наблюдаем увеличение амплитуды колебаний индексов прироста древесины деревьев с верхового болота примерно со второй половины 20 века, что свидетельствует об уменьшении устойчивости древостоя с данного периода.

Анализируя кривые тренда графиков, отмечаем на ближнем рямовом участке увеличение прироста на фоне его уменьшения на двух других точках. Этот факт свидетельствует о присутствии в экосистеме ближнего ряма дополнительного экологического фактора, отсутствующего в двух других, либо его усиленного влияния на прирост древесины в данном месте. Предполагаем, этим фактором является близость подземного водозабора и уровень грунтовых вод.

		Солн. акт-ть, год	Кол-во осад-ков за год	Кол-во осад-ков за вегет. сезон	Ср.год. темп.	Сумма актив-ных темп.

Разрыв таблицы 1

Продолжение таблицы 1

Даль-ний рям	Инд. прироста	0,17	0,16	0,18	-0,10	-0,10
	Ш.г.к	0,14	0,07	0,11	0,12	0,05
Ближ-ний рям	Инд. прироста	0,01	0,08	0,10	-0,05	-0,03
	Ш.г.к	0,14	0,14	-0,06	0,39	0,25
Сухо-дол	Инд. прироста	0,17	0,17	0,19	-0,11	-0,12
	Ш.г.к	-0,23	0,24	0,21	-0,22	-0,17

Таблица 1. Корреляция (r) прироста древесины сосны обыкновенной с территории Обь-Томского междуречья с климатическими факторами

В помесячном анализе значимой корреляции между индексами прироста древесины и количествами осадков мая – октября (вегетационный сезон) не обнаружилось. Наибольшая корреляция между количеством осадков и индексами прироста для суходола наблюдалась в июне (R=0,20). Для дальнего верхового болота коэффициент корреляции наибольшее значение приобретает тоже в июне (R=0,245).

По-нашему мнению и на основании литературных данных (Орлов А.Я., Кошельков С.П., 1971), основной причиной аномалий прироста древесины на рямовых участках стало увеличение растворенного в почвенной воде кислорода, объяснимое, с нашей точки зрения, увеличением проточности воды по почвенному профилю. Оно вызвано вероятнее всего уменьшением уровня грунтовых вод (как следствие – улучшение аэрации), в зоне воронки депрессии подземного водозабора, так как при прочих равных условиях (климат и осадки) на суходоле, где уровень грунтовых вод не так важен по причине промывного типа почвенного профиля, не отмечались отклонения в поведении возрастной кривой.

Выявленный механизм и обусловил увеличение на протяжении последних десятилетий абсолютных значений прироста древесины на фоне периодичных колебаний, вызванных различным количеством годовых осадков.

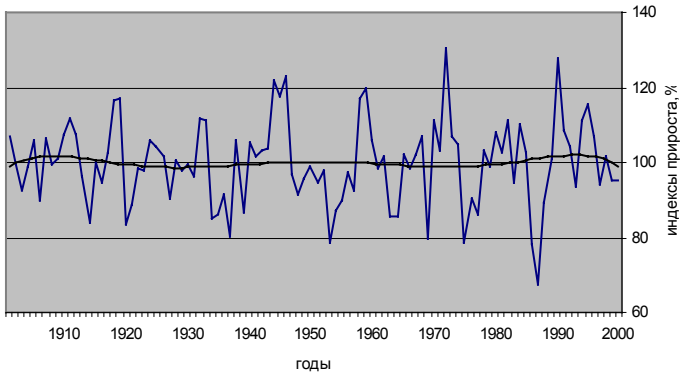

Рис. 3. Индексы прироста древесины сосны обыкновенной (1 км от водозабора, суходол) на территории Обь-Томского междуречья.

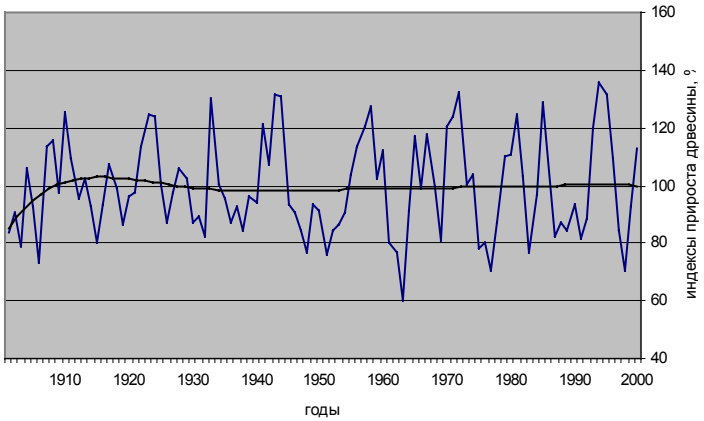

Рис. 5. Индексы прироста древесины сосны обыкновенной (1 км от водозабора, верховое болото) на территории Обь-Томского междуречья.

Реперной точкой для сравнительного анализа послужил пик солнечной активности в середине прошлого столетия – векового максимума в 1957 году (число Вольфа - 190). Для рямовых местообитаний этот год ознаменован ветвью увеличения прироста, - на дальнем участке (6 км) в этом году наблюдается абсолютный максимум индексов прироста (146), а на ближнем рямовом участке – предпиковая точка в фазе возрастания графика (120, при 127 в следующем 1958 году). В отличие от рямовых участков, на суходоле наблюдается резко противоположная картина – в 1957 году на графике индексов прироста древесины виден промежуточный минимум (93) на ветви роста значений индексов с 1953 по 1959 годы.

Наиболее глубокий минимум прироста за весь дендрохронологический ряд с суходола наблюдается с «ближнего» рямового участка – в 1963 году (индекс=60%), с «дальнего» рямового участка – в 1953 году (0,22 мм; индекс=53%), с суходола – в 1987 году (0,48 мм; индекс=87%,); наиболее высокий максимум с «ближнего» рямового участка – в 1972 году (индекс=132%) и в 1994 (индекс=136%), с «дальнего» рямового участка – в 1957 году (индекс=146%), 1971 (индекс=140%), 1994 (индекс=134), с суходола – в 1972 году (индекс=120%).

Таким образом, наибольшие экстремумы индексов прироста древесины совпадают в большинстве случаев с экстремумами аналогичного знака цикла солнечной активности.

Влияние автодорог на прирост древесины

В исследовании проводится сравнительный анализ ретроспективных данных, полученных из показателей прироста древесины Pinus Sylvestris L с урбанизированной территории г.Томска (маловозрастные леса III класса бонитета в районе Иркутского тракта, сосняк зеленомошниково-разнотравный, формула леса 7С+2Б+1Ос), полнота 50, средний диаметр 80 см, средняя высота 20 м и контрольных образцов, собранных в 7-8 км на юго-восток от трассы Томск-Асино в окрестности с.Семилужки Томского района (маловозрастные леса на бывшей вырубке, III класса бонитета, сосняк разнотравно-зеленомошниковый, 6С+3Б+1Ос), полнота 60, средний диаметр 20 см, средняя высота 20 м.

Установлено, что прирост древесины образцов с контрольного участка в начале нашего исследования (1961 год) значительно меньше прироста с исследуемой городской территории. Это объясняется искусственным характером насаждений сосны в городской черте вместе с лесотехническими мероприятиями, применяемыми в городских лесах. Абсолютный максимум прироста древесины деревьев с контрольного участка составляет 10,87±1,47 мм в 1967 году (близкий к максимуму экстремум отмечен также в 1962 году - 10,86±2,52 мм), максимум прироста с точки 80 м от автодороги составляет 15,00±1,24 мм в 1961 году, максимум прироста с точки 40 м от автодороги составляет 13,54±1,98 мм в 1964 году, максимум прироста с точки 20 м от автодороги составляет 14,20±1,46 мм в 1961 году.

Абсолютный минимум прироста древесины деревьев с контрольного участка составляет 2,09±0,45 мм в 2004 году, минимум прироста с точки 80 м от автодороги составляет 0,83±0,33 мм в 2001 году, минимум прироста с точки 40 м от автодороги составляет 2,06±0,69 мм в 2003 году, минимум прироста с точки 20 м от автодороги составляет 1,71±0,49 мм в 2003 году.

Средняя величина годичного прироста за время исследований на контрольном участке составила 5,97 мм, на точке 80 м от автодороги-

4,31 мм, на точке 40 м от автодороги- 5,81 мм, на точке 20 м от автодороги- 4,46 мм.

При сравнении динамики прироста образца, произрастающего в непосредственной близости от автодороги с динамикой прироста образца с контрольного участка можно проследить четкие расхождения. На данных графиках явно прослеживается различный характер динамики прироста древесины у образцов с разных участков. У загрязненного образца прослеживаются резкие колебания прироста, динамика неравномерная. При построении полиномиального тренда, можно наблюдать, что идет тенденция спада прироста в девяностых годах. У образца с контрольного участка динамика прироста равномерная, наблюдается тенденция увеличения прироста, а также наблюдается цикличность в динамике прироста.

При изучении рис. 6 наблюдаем у образцов с загрязненного участка резкую скачкообразную динамику прироста. Динамика прироста у образцов с контрольного участка положительна, линия тренда направлена на увеличение прироста. Кривые динамики прироста древесины с двух рассматриваемых участков имеют схожие участки экстремумов, что свидетельствует о правильности построенной модели (сходные климатические условия), но также можно отметить и существенные различия в амплитуде изменения индексов прироста, в частности амплитуда кривой индексов прироста древесины в городе заметно ниже соответствующей кривой по участку более близкому к нормальным природным условиям, что может свидетельствовать о сглаживании влияния климатических факторов на прирост древесины в городских условиях.

При сравнении динамики прироста образца, произрастающего в непосредственной близости от автодороги с динамикой прироста образца с контрольного участка можно проследить четкие расхождения (рис. 6). На данных графиках явно прослеживается различный характер динамики прироста древесины у образцов с разных участков. У образца с участка, прилегающего к дороге, с середины 80-х годов наблюдаются резкие колебания прироста, динамика неравномерная. При построении полиномиального тренда, на участке возле дороги наблюдается тенденция спада прироста в девяностых годах, которая сменяется увеличением прироста в начале 2000-х годов, в то время когда на контрольном участке наблюдается постоянный спад прироста.

Отчетливо заметна более яркая динамика прироста древесины на контрольном участке, выражающаяся в большей частоте и амплитуде графика, которая сохраняется на протяжении всего периода исследований. В то же время на участке возле дороги график прироста середины 80-х годов имеет отчетливую тенденцию к плавному спаду, отсутствуют резкие скачки амплитуды и частоты, что изменяется после 1985 года, когда наступает период относительного повышения годово-

го прироста древесины, сопровождающийся увеличением амплитуды и частоты его колебаний.

Кроме того, необходимо упомянуть, что контрольный древостой также подвержен антропогенному воздействию, так как является традиционным местом сбора грибов местным населением Томского района, а в последнее время и жителей города, приезжающих на отдых в пригородные леса, что могло стать фактором беспокойства лесных экосистем и отразиться на характере динамики прироста.

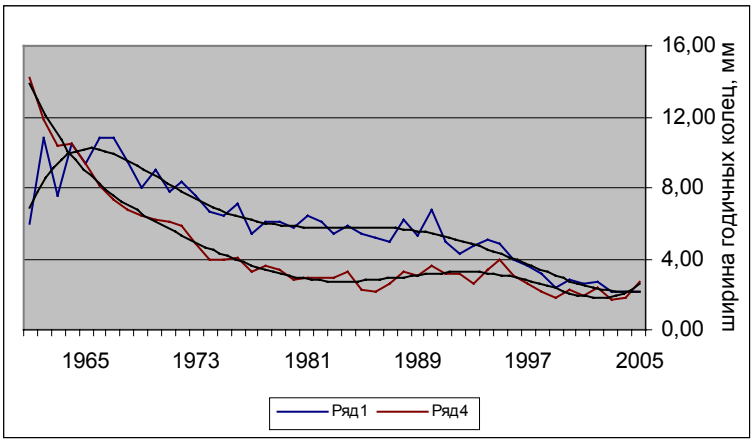

Рис. 6. Сравнительная динамика прироста древесины (ш.г.к.) на контрольном участке и возле автодороги (20м)

В более загрязненных районах увеличение и уменьшение прироста от минимума к максимуму и наоборот происходит более равномерно, что, очевидно, объясняется замедленной реакцией деревьев, ослабленных промышленными выбросами. Тогда как реактивность прироста деревьев на изменение климатических факторов более удаленного от источников загрязнения древостоя и, особенно, контрольного древостоя заметно выше. Древесина кернов из наиболее загрязненных районов более хрупкая и ломкая (Матвеев и др, 2003), - это наглядно было установлено нами во время полевых работ, что затрудняло процедуру сбора материала и увеличило временные и трудовые затраты на стандартные исследовательские мероприятия.

Полоски подгнившей, потемневшей древесины ("ложные кольца") и слоистость, расплывчатость поздней зоны годичного кольца присутствуют у всех образцов в ранней части, но по всей длине образца они встречаются только в точке вблизи автодороги. Для этой группы образцов характерна большая контрастность поздней древесины в средней части керна (80-е годы) и значительно меньшая - в ранней части и в последнем десятилетии.

Кроме того, после проведенного корреляционного анализа массивов значений ширины годичных колец с точек 20, 40 и 80 м от автодо-

роги стало видно различие динамики прироста на этих трех участках. Так при сравнении точки 20 м и точки 40 м коэффициент корреляции составил r=0,9785, при сравнении точки 40 м и точки 80 м r=0,8778, при сравнении точки 20 м и точки 80 м r=0,8524.

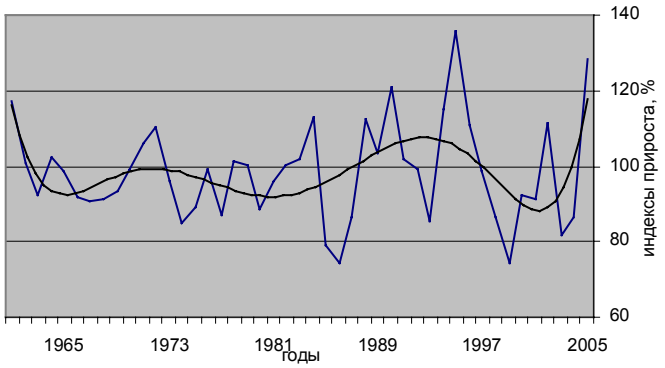

Рис. 7. Динамика изменения индексов прироста древесины сосны обыкновенной (20 м от автодороги)

Графики динамики прироста древесины с двух рассматриваемых участков имеют схожие участки экстремумов, что свидетельствует о правильности построенной модели (сходные климатические условия), но также можно отметить и существенные различия в амплитуде изменения индексов прироста, в частности амплитуда кривой индексов прироста древесины в городе заметно ниже соответствующей кривой по участку более близкому к нормальным природным условиям, что может свидетельствовать о сглаживании влияния климатических факторов на прирост древесины в городских условиях.

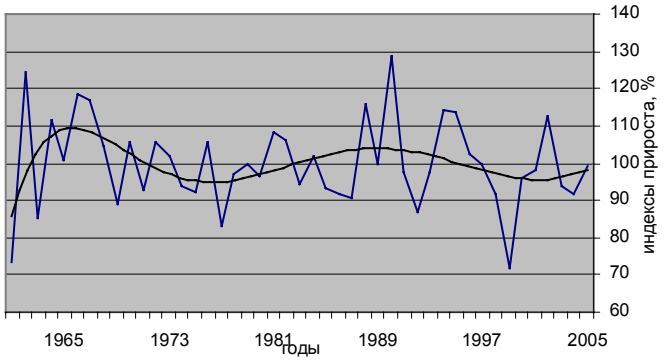

Рис. 8. Динамика изменения индексов прироста древесины сосны обыкновенной (контроль по автодороге)

Влияние нефтезагрязнения на прирост древесины

Максимум прироста на участке 10 м от загрязнения отмечен в 2005 году - 8,72±1,38 мм; максимум прироста на участке 50 м от загрязнения отмечен в 1996 году - 7,30±2,02 мм; максимум прироста на контрольном участке отмечен в 1988 году - 13,16±0,72 мм.

Минимум прироста на участке 10 м от загрязнения отмечен в 1988 году - 4,36±1,12 мм; минимум прироста на участке 50 м от загрязнения отмечен в 2001 году - 4,90±1,23 мм; минимум прироста на контрольном участке отмечен в 2004 году - 5,42±1,29 мм.

У образцов с загрязненного участка резкая скачкообразная динамика прироста. Тренды кривых прироста указывают на его увеличение на загрязненных участках и уменьшение на контрольном. На участке, удаленном от воздействия нефтепродуктов на 50 м динамика прироста показывает небольшие скачки и увеличение прироста происходит равномерно. На участке 10 м от загрязнения наблюдается резкая скачкообразная динамика прироста, а также более крутая кривая тренда, характеризующая увеличение прироста.

Для выявления действия нехарактерного стороннего экологического фактора была построена сравнительная диаграмма роста образцов с загрязненных (5 и 25 м от загрязнения) и незагрязненного (контрольного) участков (рис. 9).

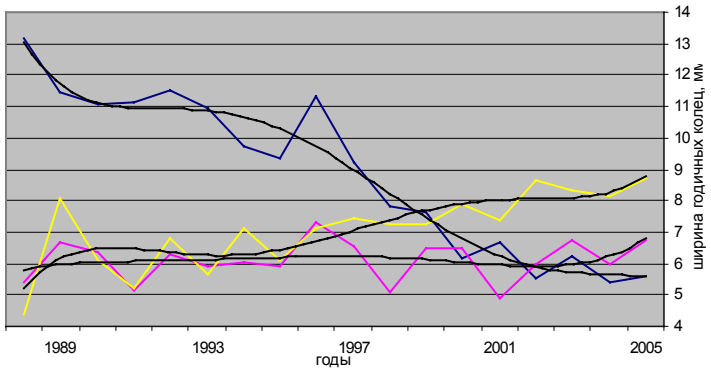

Рис. 9. Сравнительная характеристика динамики прироста (ширины годичных колец) древесины сосны обыкновенной на различном расстоянии (5 и 25 м) от былого нефтезагрязнения и контроль

На графиках динамики прироста древесины с ранее загрязненных участков прослеживается тенденция увеличения прироста древесины (возрастание линии полиномиального тренда), к середине 90-х годов прослеживается уменьшение амплитуды и частоты прироста, общее сглаживание графиков, в особенности для образца с точки 5 м от загрязнения. Для точки 5 м наклон полиномиальной кривой, характеризующей тенденцию увеличения прироста, более крут, чем для точки 25

м. Следует отметить, что тенденция увеличения прироста древесины с увеличением возраста не свойственна для сосны обыкновенной, о чем мы упоминали ранее, ссылаясь на литературные данные (Орлов, Кошельков, 1971). График прироста древесины с контрольного участка имеет стандартный вид, не противоречащий биологическим особенностям роста сосны обыкновенной (Орлов, Кошельков, 1971).

Прослеживается постепенное уменьшение амплитуды и частоты графика индексов прироста на точке на точке 5 м от загрязнения на протяжении всего периода исследований, что при увеличении прироста свидетельствует об уменьшении стрессового воздействия лимитирующего фактора среды, - в данном случае это уменьшение концентрации нефтепродуктов после окончания неблагоприятного воздействия ими на экосистему.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Существование взаимосвязи климатических факторов с приростом древесины можно считать доказанным, хотя механизм воздействия солнечной активности на прирост не до конца ясен.

Несмотря на то, что прямой корреляционной зависимости между солнечной активностью и приростом древесины в большинстве случаев не обнаружено, наблюдается следующая тенденция: наибольшие экстремумы индексов прироста древесины совпадают с в большинстве случаев с экстремумами аналогичного знака цикла солнечной активности. Максимумы прироста обычно наблюдаются на ветви роста солнечной активности, чаще - через год после минимума или за год до максимума активности Солнца. Минимумы прироста наблюдаются на более длинной ветви спада, чаще - через 2-4 года после максимума. Отмечается однонаправленность циклов солнечной активности и количества осадков за вегетационный период.

Наличие циклической изменчивости солнечной активности, отражающейся в динамике климатических ритмов и приросте древесных растений, вызывает необходимость учитывать фазы солнечной активности при осреднении климатических показателей, моделировании их динамики, и прогнозировании изменчивости прироста деревьев.

Сравнительный анализ зависимостей прироста древесины на опытных точках от климатических показателей предоставил возможность сделать вывод о значимости влияния подземного водозабора как антропогенного фактора на прирост древесины.

Уменьшение общего увлажнения благодаря эксплуатации подземного водозабора создает лучшие условия для роста сосны на верховых болотах в пределах влияния воронки депрессии водозабора. Прирост соснового древостоя вблизи подземного водозабора в меньшей степени реагирует на изменчивость климатических факторов (солнечная активность, температура, количество осадков).

Под воздействием автодорог наблюдается увеличение амплитуды колебаний прироста, нарушение частоты и цикличности, что является признаком уменьшения устойчивости биоценоза. На участках, подверженных автотранспортному загрязнению атмосферы снижение индексов радиального прироста интенсивнее при приближении к автодороге. Выявлена тенденция снижения абсолютного прироста при приближении к автотрассе, наиболее выраженного в последнем десятилетии.

Нефтезагрязнение приводит к снижению прироста древесины, уменьшению годичных колец. Аномальное увеличение прироста древесины начиная с конца 80-х годов может служить надежным основанием для предположения о самовосстановлении сосны обыкновенной после прекращения нефтезагрязнения.

На основании сравнения изменений динамики прироста древесины под воздействием антропогенных и климатических факторов, показано, что климатическое воздействие на прирост древесины имеет, в основном, большую силу, чем антропогенное, но при определенных условиях может сравниваться с антропогенным и даже быть слабее его.

ВЫВОДЫ

1. Обнаружено, что в динамике радиального прироста сосны обыкновенной в Томской области наиболее ясно прослеживается 11 –летняя, 5-6 летняя и 2-3-летняя цикличность.
2. Выявлена прямая зависимость среднегодового прироста древесины (ш.г.к.) на ближнем к водозабору участке верхового болота от среднегодовой температуры и суммы активных температур.
3. Установлена прямая зависимость среднегодового прироста древесины (ш.г.к.) на суходоле от годового количества осадков и количества осадков за вегетационный сезон.
4. Выявлена обратная зависимость среднегодового прироста древесины (ш.г.к.) на суходоле от солнечной активности; и среднегодовой температуры.
5. Установлена прямая зависимость между количеством осадков июня и индексами прироста древесины на суходоле, индексами прироста древесины сосны обыкновенной на верховом болоте.
6. Определены годы максимального и минимального прироста для датировки модельных древостоев сосны.
7. Установлена зависимость воздействия загрязняющего действия автодорог на интенсивность прироста сосны обыкновенной.
8. Показано, что нефтезагрязнение приводит к угнетению прироста древесины и уменьшению устойчивости экосистем.
9. На основании сравнения изменений динамики прироста древесины под воздействием антропогенных и климатических факторов, показано, что климатическое воздействие на прирост древесины оказывают более существенное влияние, чем антропогенное.

Список работ, опубликованных по теме диссертации

1. Аушев С.В. Томский водозабор и проблемы природопользования // Вестник ТГУ. Материалы научной конференции, посвященной 125-летию основания ТГУ и 70-летию образования геолого-географического факультета. Томск: Изд-во ТГУ, 2003. С. 16-18.
2. Дорошенко Е.С., Аушев С.В. Анализ проблем реки Томи и ее водоохранной зоны // Вестник ТГУ. Материалы научной конференции, посвященной 125-летию основания ТГУ и 70-летию образования геолого-географического факультета. Томск: Изд-во ТГУ, 2003. С. 30-31.
3. Аушев С.В. Решение проблем водоохранной зоны реки Томь // Материалы международной конференции по проблемам рек Обь-Иртышского бассейна. Усть-Каменогорск, 2003. С. 18-20.
4. Аушев С.В., Несветайло В.Д., Смолина Т.В. Экологический мониторинг техногенных ландшафтов с помощью метода дендрохроноиндикации // Материалы третьей международной научно-практической конференции «Тяжелые металлы, радионуклиды и элементы-биофилы в окружающей среде». - Т.2., Семипалатинск, 2004, с.555-558.
5. Аушев С.В. Дендрохроноиндикация как метод ретроспективного экологического мониторинга // Материалы VIII Международной научной школы-конференции студентов и молодых ученых «Экология Южной Сибири и сопредельных территорий». – Абакан: Изд-во ХГУ им.Н.Ф.Катанова, 2004. – Т.1. С.8.
6. Аушев С.В. Дендрохронология как метод биоиндикационного ретроспективного экологического мониторинга // Материалы межрегиональной конференции молодых ученых «Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения». - Новокузнецк, 2004, 200 с.
7. Аушев С.В. Аномалии динамики годового прироста Pinus sylvestris L на суходольных и рямовых участках Обь-Томского междуречья // Материалы международной научно-практ. конференции «Лесопользование, экология и охрана лесов: фундаментальные и прикладные аспекты». – Томск: STT, 2005, с. 221-222.
8. Аушев С.В., Козлова С.А., Козлов К.С. Причины экологических проблем лесопользования и способы их решения // Материалы международной научно-практ. конференции «Лесопользование, экология и охрана лесов: фундаментальные и прикладные аспекты». – Томск: STT, 2005, с. 260-263.
9. Аушев С.В. Влияние подземного водозабора на годовой прирост древесины Pinus Sylvestris L. // Материалы 5-ой международ. науч. конф. «Сахаровские чтения 2005 года: экологические проблемы XXI века», 20-21 мая 2005 года, Минск, Республика Беларусь. Под редакцией С.П. Кундаса, А.Е. Океанова, В.Е. Шевчука. – Ч.2. – Гомель: РНИУП «Институт радиологии», 2005. С. 12-14.
10. Аушев С.В., Карташев А.Г., Несветайло В.Д. Динамика прироста древесины Pinus Sylvestris L на территории подземного водозабора

Обь-Томского междуречья // Сибирский экологический журнал, Новосибирск, (выходит в 1 номере журнала за 2007 год).
11. Аушев С.В., Карташев А.Г., Несветайло В.Д., Данилов В.В. Применение методов статистики и дендрохронологии для выявления аномальных событий на примере сосны обыкновенной с места Тунгусский катастрофы // Материалы четвертой международной научно-практической конференции «Тяжелые металлы и радионуклиды в окружающей среде». - Т.2., Семипалатинск, 2006, с.420 - 424.
12. Аушев С.В., Манжелеев И.М., Карташев А.Г. Влияние автомобильных дорог на динамику прироста Pinus Sylvestris L на территории г.Томска // Материалы четвертой международной научно-практической конференции «Тяжелые металлы и радионуклиды в окружающей среде». - Т.2., Семипалатинск, 2006, с.424 - 428.